1Г

УДК 681.3.06

***Г.С. Гладун*[1]*, Б.Г. Захариков*[2]*, В.Г. Лебедев*[3]*, В.Ю. Субботин*[1]**
[1]ОАО «Камов», г. Москва, Россия
[2]ЗАО «Дальтрансуголь», г. Москва, Россия
[3]Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, г. Москва, Россия
kb@kamov.ru, ZakharikovBG@suek.ru, lebedev@ipu.ru

К вопросу о создании самообучающихся и обучаемых систем изделий, решающих задачи на основе логического представления и обработки данных

Рассматриваются состояние проблемы и принципы создания систем, обеспечивающих возможность поэтапного улучшения характеристик изделий за счёт обучения и самообучения, для решения задач: оценки технического состояния изделий и внешней среды; выработки в режиме жёсткого реального времени управляющих воздействий, реализующих автоматическое решение задач при применении изделий по функциональному назначению и при технической эксплуатации; реализации модернизационных и модификационных потенциалов изделий.

Введение

Одними из наиболее востребованных направлений развития современных сложных человеко-машинных изделий являются разработки, реализующие решение на основе анализа большого объёма информации различного типа задач: 1) классификации ситуаций, возникающих при применении изделий по функциональному назначению и технической эксплуатации; 2) прогнозирования развития процессов; 3) принятия и реализации управленческих решений в конкретных ситуациях; 4) обеспечения эксплуатации изделий по состоянию; 5) реализации модернизационных и модификационных потенциалов изделий. При этом, в основном, требуется решать задачи автоматически или полуавтоматически в режиме жесткого реального времени.

Результаты решения большинства таких задач традиционными методами, как правило, расходятся с практическими результатами при эксплуатации изделий или для их решения требуются вычислительные мощности, технически недостижимые в настоящее время. Однако применение методов искусственного интеллекта, в частности, методов автоматизации решения задач на основе реализации режимов, обучения (самообучения) с использованием логического представления и обработки данных, позволяет решить поставленные задачи и одновременно снизить потребности в вычислительных мощностях.

Под обучением будем понимать процесс выработки в системе тех или иных свойств в ответ на возмущения, путём многократных воздействий на систему и внешней корректировки [1].

Под самообучающимся (самоприспосабливающимся) изделием будем понимать изделие, способ функционирования (алгоритм, база знаний) которого по мере накопления опыта автоматически изменяется с целью обеспечения наилучшей эффективности применения и технической эксплуатации. Например, за счет увеличения в базе знаний

числа логических законов в форме понятий о ситуациях, в которых может оказаться изделие. Совершенствование базы знаний происходит в самом изделии и, что характерно для самообучающегося изделия, при этом обучающая информация из вне не поступает [2].

Анализ принципов функционирования и схемно-конструктивного построения рассматриваемых изделий, а также методов решения задач показывает, что тенденция совершенствования изделий направлена на автоматизацию, вплоть до полной, процесса решения задач в режиме жесткого реального времени на основе внедрения в процесс решения задач методов искусственного интеллекта.

Цель работы

Целью работы является активизация исследований, направленных на реализацию в существующих в настоящее время и перспективных изделиях свойств, улучшающих характеристики изделий на основе технологий самообучения и обучения.

Состояние проблемы

В [1] рассматриваются вопросы управления объектами при неполной априорной информации на основе применения адаптации и самообучения, которые уменьшают неопределённость на основе использования информации, получаемой в процессе управления.

В [3] показана бесперспективность получения положительных результатов при решении ряда сложных задач за счет увеличения только быстродействия вычислительных средств, а также предложено выходить из сложившейся ситуации путем разработки и создания мозгоподобных систем, построенных по принципу функционирования коры головного мозга [4], [5]. Такие системы оценивают среду и вырабатывают управляющие решения подобно мозгу человека. В [3] также указывается на необходимость создания в ближайшем будущем иерархической памяти, как «одной из наиболее выдающихся технологий, когда-либо существовавшей на планете».

На самом деле иерархическая ассоциативная память программно реализована в 1970 году в виде растущей пирамидальной сети (РПС), которая, в частности, обладает способностями: 1) автоматически формировать логические законы в форме понятий (обучаться) в процессе восприятия обучающих выборок исходных данных, 2) дообучаться на основе опыта в процессе жизненного цикла изделия, 3) индуктивного и дедуктивного выводов и др. Применение РПС в различных областях науки и техники подтвердило их репутацию эффективного средства решения сложных задач с большим объемом исходных данных [6-12].

Типичными прикладными задачами, для решения которых эффективно используются РПС, являются: техническая и медицинская диагностика, планирование действий роботов, прогнозирование новых химических соединений, материалов с заданными свойствами, солнечной активности и др.

В [5] предполагается рассматривать РПС как одну из моделей функционирования мозга человека и предлагается одновременно хранить в памяти изделий описания ситуаций, в которых может оказаться изделие, и набор конкретных действий в каждой ситуации, обеспечивающих правильное движение к цели по цепочке: ситуация и набор действий, новая ситуация и новый набор действий и так до достижения цели, то есть в памяти хранить понятия о ситуациях. Они должны состоять из 2-х частей: 1) признаки, определяющие ситуации, 2) признаки, определяющие действия в конкретных

ситуациях с учетом прогнозирования результатов управления. Первая часть формируется РПС, вторая может автоматически рассчитываться с помощью расчетно-логического метода «Балансная сеть» [13], [14] или другими методами интеллектного управления, а также формироваться специалистами.

В [15] отмечена необходимость создания систем (типа «искусственная нервная система» изделий), реализующих ряд свойств мозга, а именно: способность формировать законы интеллектного управления в форме понятий, мгновенно в экстремальных ситуациях анализировать информацию, принимать и выполнять решения.

В [16] отмечена, подтвержденная экспериментальными исследованиями, высокая точность прогнозирования программного комплекса «Аналогия» при решении широкого круга задач в различных предметных областях на основе вывода по аналогии.

Важную роль при решении поставленных задач играет совершенствование человеко-машинного взаимодействия, вплоть до достижения партнёрского уровня человеко-машинных отношений. Поэтому в настоящее время большое внимание уделяется разработке интеллектуальных интерфейсов пользователей (IUI – Intelligent User Interfaces) и логико-лингвистическим информационным моделям [10], [17], [18].

В [19], [20] отмечается необходимость внедрения методов: 1) нейроматематики (перспективный раздел вычислительной математики, связанный с разработкой алгоритмов решения задач в нейросетевом логическом базисе, с помощью которого решаются многие задачи общей и прикладной математики), 2) нейроуправления (раздел теории управления динамичными существенно нелинейными системами, а также системами, функционирующими в условиях неопределенности).

В [21] определены перспективные задачи, требующие активных исследований в области интеллектуальных систем управления, в частности:

– исследование эффективности методов, потенциально пригодных для решения задач автоматизации, таких, как методы индуктивного и дедуктивного вывода, растущих пирамидальных сетей и др.;

– разработка алгоритмов автоматизации синтеза с учетом особенностей динамики интеллектуальных систем управления;

– исследование методов и средств аппаратной поддержки, обеспечивающих решение задач автоматической настройки в реальном времени.

В [22] обсуждаются основы базовых методов машинного обучения: деревья принятия решений, искусственные нейронные сети, генетические алгоритмы, байесовские классификаторы, алгоритмы кластеризации и обучение с подкреплением.

Особенности самообучающихся и обучаемых изделий

Из множества особенностей обучаемых и самообучающихся систем, реализуемых в различных практических приложениях и предлагаемых к реализации, выделим следующие:

– приобретение изделиями способности самостоятельно в жестком реальном времени оценивать внешнюю среду и собственное техническое состояние, а также вырабатывать в конкретных ситуациях управляющие решения и действия, обеспечивающие эффективные применения изделий в этих ситуациях;

– выполнение требуемых функций в условиях неопределённости при неполной, неточной информации и случайном характере внешних и внутренних возмущений;

– самообучение, например, на основе формирования логических законов в форме понятий, реализуемых в иерархической ассоциативной памяти, например РПС;

– обучение на основе нечёткой логики, нейросетевых структур и других технологий;

– совмещение в памяти изделий функций физического хранения информации и операций над этой информацией (упорядочивание, структурирование, выделение в данных для решения задач ассоциаций и ранее неизвестных закономерностей, классификация, формирование понятий, кластеризация и др.);

– наличие базы знаний, автоматически и автоматизировано изменяемой в процессе эксплуатации изделия;

– поэтапное улучшение характеристик изделий, в частности, за счёт увеличения числа понятий, хранимых в их памяти;

– возможность формального описания предметной области, в частности, инструкций лицу, принимающему решение;

– обработка логико-лингвистических моделей представления знаний;

– применение для анализа информации иерархических сетевых структур, построенных на единых для всех видов знаний принципах;

– достижение высокого быстродействия решения задач логическим методом с помощью понятий за счет обеспечения параллельной обработки информации, реализуемого без сложных аппаратных средств и без требований высокого быстродействия вычислительных средств;

– выдвижение гипотез на основе анализа текущей информации и предсказание будущих событий для установки предпочтений, планирования, генерации целенаправленного поведения;

– учёт индивидуальных особенностей отдельных изделий.

Выводы

Для обеспечения наибольшей эффективности решения задач, возлагаемых на сложные человеко-машинные изделия, необходимо на основе теоретических исследований в области интеллектного управления и растущих пирамидальных сетей, а также полученного практического опыта разработать самообучающиеся и обучаемые информационно-управляющие системы изделий, решающие задачи на основе логического представления и обработки данных, которые воплотят «новые идеи и решения, в том числе развивающие и интегрирующие перспективные и уже сегодня полезные методы» [23]. Без создания таких систем и внедрения их в эксплуатацию решить проблемы повышения безопасности и эффективности применения изделий, решающих выделенный выше класс задач, вряд ли возможно.

Литература

1. Цыпкин Я.З. Адаптация, обучение и самообучение в автоматических системах / Цыпкин Я.З. – М. : ИАТ (ТК), 1965. – 84 с.
2. Политехнический словарь. – М. : Советская энциклопедия, 1976. – 607 с.
3. Хокинс Д. Об интеллекте / Д. Хокинс, С. Блейксли. – М. : ООО «И.Д. ВИЛЬЯМС», 2007. – 240 с.
4. Хакен Г. Принципы работы головного мозга / Хакен Г. – М. : ПЭРСЭ, 2001. – 351 с.
5. Гладун Г.С. К вопросу о формировании памяти сложных человеко-машинных изделий, реализующей функции оценки среды и выработки управляющих решений / Г.С. Гладун, Г.В. Якеменко // Искусственный интеллект, интеллектуальные многопроцессорные системы-2005 : труды Международной конференции. – 2005. – Т. 3. – С. 391-395.
6. Гладун В.П. Формирование понятий путем обучения растущих сетей / В.П. Гладун // Кибернетика. – 1970. – № 2. – С. 99-104.

7. Глушков В.М. Обработка информационных массивов в авторизированных системах управления / Глушков В.М., Гладун В.П., Погребинский С.Б. – Киев : Наукова думка, 1970.
8. Гладун В.П. Эвристический поиск в сложных средах / Гладун В.П. – Киев : Наукова думка, 1977. – 166 с.
9. Гладун В.П. Планирование решений / Гладун В.П. – Киев : Наукова думка, 1978. – 168 с.
10. Гладун В.П. Партнерство с компьютером. Человеко-машинные целеустремленные системы / Гладун В.П. – К. : Port-Royal, 2000. – 116 с.
11. Гладун В.П. Растущие пирамидальные сети / В.П. Гладун // Новости искусственного интеллекта. – 2004. – № 1. – С. 31-40.
12. Гладун Г.С. О результатах экспериментально-исследовательских работ по формированию математического обеспечения перспективных информационно-диагностических систем сложных человеко-машинных объектов / Г.С. Гладун // Искусственный интеллект, интеллектуальные многопроцессорные системы-2005 : труды Международной конференции. – 2005. – Т. 1. – С. 162-167.
13. Ващенко Н.Д. Целеполагание и планирование действий в системах типа «Интеллектуальный агент» / Н.Д. Ващенко, В.П. Гладун.// Знания-Диалог-Решение : труды Международной конференции.
14. LOGICAL MODELS OF COMPOSITE DYNAMIC OBJECTS CONTROL / Vitaly Velichko, Victor Gladun, Gleb Gladun [et al.] // International Journal "Information Theories & Applications". – Vol. 12. – P. 303-307.
15. Гладун Г.С. К вопросу о создании (комплектовании) базовой универсальной унифицированной управляющей информационной диагностической системы типа «искусственная нервная система» сложных человеко-машинных изделий (ИДС «Интеллект») / Г.С. Гладун, Г.В. Якеменко // Искусственный интеллект, интеллектуальные многопроцессорные системы-2005 : труды Международной. конф. – 2005. – Т. 4. – С. 753-756.
16. Величко В.Ю. Прогнозирование свойств составных объектов с помощью программного комплекса «Аналогия» / В.Ю. Величко // Знания-Диалог-Решение : труды Международной конференции. – 2001. – Т. 1. – С. 77-82.
17. Поспелов Д.А. Логико-лингвистические модели в системах управления / Поспелов Д.А. – М. : Энергоиздат, 1981.
18. Maybury M.T. Readings in Intelligent User Interfaces / Maybury M.T. – San Francisco, California, 1998. – 646 p.
19. Галушкин А.И. Нейроматематика (проблемы развития) / Галушкин А.И. – М. : Радиотехника, 2003.
20. Галушкин А.И. Основы нейроуправления / А.И. Галушкин // Приложение к журналу «Информационные технологии». – 2002. – № 10. – С. 2-24.
21. Макаров И.М. Автоматизация синтеза и обучение интеллектуальных систем автоматического управления / И.М. Макаров, В.М. Лохин. – М. : Наука, 2009. – 228 с.
22. Николенко С.И. Самообучающиеся системы / С.И. Николенко, А.Л. Тулупьев. – М. : МЦНМО, 2009. – 288 с.
23. Интеллектное управление динамическими системами / [Васильев С.Н., Жерлов А.К., Федосов Е.А., Федунов Б.Е.]. – М. : Физико-математическая литература, 2000. – 352 с.

Г.С. Гладун, Б.Г. Захариков, В.Г. Лебедєв, В.Ю. Субботин

До питання про створення самонавчальних і виучуваних систем виробів, вирішальних завдання на основі логічної вистави і обробки даних

Розглядаються стан проблеми і принципи створення систем, що забезпечують можливість поетапного поліпшення характеристик виробів за рахунок навчання і самонавчання, для вирішення завдань: оцінки технічного стану виробів і зовнішнього середовища; вироблення в режимі жорсткого реального часу керувальних дій, що реалізують автоматичне вирішення завдань при застосуванні виробів за функціональним призначенням і при технічній експлуатації; реалізації модернізаційних і модифікаційних потенціалів виробів.

Статья поступила в редакцию 02.09.2010.